



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2010 005 193.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2010/051113**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/092813**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.01.2010**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.08.2011**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **31.10.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.07.2022**

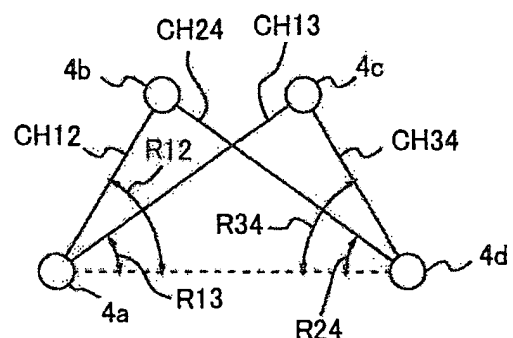
(51) Int Cl.: **G01S 13/42** (2006.01)
G01S 7/02 (2006.01)
G08G 1/16 (2006.01)
G01S 13/931 (2020.01)
G01S 13/34 (2006.01)
G01S 13/44 (2006.01)
G01S 13/48 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber: TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-shi, Aichi-ken, JP	(72) Erfinder: Suzuki, Koji, Toyota-shi, Aichi-ken, JP
(74) Vertreter: KUHLEN & WACKER Patent- und Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising, DE	(56) Ermittelte Stand der Technik: EP 0 947 852 A1 JP 2000-258 524 A

(54) Bezeichnung: **Hindernis-Erfassungsvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Hinderniserfassungsvorrichtung (1), aufweisend:
ein Empfangsantennenteil (4) mit einer Mehrzahl von Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d), die in horizontale Richtung angeordnet sind, wobei ein Teil derselben in eine vertikale Richtung von den anderen versetzt ist, und das eine Mehrzahl von Kombinationen von Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) hat, bei welchen die Anordnungsrichtung der Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) schräg ist und von welchen jede Kombination einen Richtungswinkel in horizontale Richtung und einen Richtungswinkel in vertikale Richtung eines Ziels erfasst;
sowie ein Erfassungsmittel (10), das das Ziel mehrfach erfasst während es die Kombination der Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) ändert,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Mehrzahl von Kombinationen von Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) Kombinationen umfasst, bei denen ein Anordnungsintervall der Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) voneinander verschieden ist, und
das Erfassungsmittel (10) die Kombination von Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) von den Kombinationen, bei denen das Anordnungsintervall der Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) voneinander verschieden ist, entsprechend der Entfernung des zu erfassenden Ziels oder entsprechend einer Zeitspanne, bis das zu erfassende Ziel damit kollidiert, ändert.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hindernis-Erfassungsvorrichtung.

Stand der Technik

[0002] Eine Technik ist bekannt, bei welcher acht Empfangsantennen in eine horizontale Richtung angeordnet sind, wobei die erste und achte Empfangsantenne von den anderen Antennen nach oben versetzt sind, und der Richtungswinkel (Azimuth) in vertikale Richtung eines Ziels von einer ersten schrägen Richtung erhalten wird, die durch die erste Empfangsantenne und die zweite Empfangsantenne gebildet wird, und von einer zweiten schrägen Richtung erhalten wird, die durch die siebte Empfangsantenne und die achte Empfangsantenne gebildet wird (siehe beispielsweise die JP H11- 287 857 A oder die JP 2008-151583 A).

[0003] Bei dieser Technik wird eine sogenannte DBF-Verarbeitung (Digital Beam Forming) auf Signale angewandt, die durch die erste bis achte Empfangsantenne erhalten wurden, so dass ein Abstand, eine relative Geschwindigkeit sowie ein horizontaler Winkel des Ziels erfasst werden. Danach werden jeweils der Richtungswinkel des Ziels bezüglich der ersten schrägen Richtung und der Richtungswinkel des Ziels bezüglich der zweiten schrägen Richtung unter Verwendung eines Phasen-Monoimpulssystems erfasst, und der Richtungswinkel in die vertikale Richtung des Ziels wird anhand der beiden Erfassungsergebnisse erhalten.

[0004] Jedoch verändern sich die Erfassungsgenauigkeit und der erfassbare Richtungswinkel des Ziels in Abhängigkeit von den Intervallen bzw. Abständen und Winkeln, in welchen die Empfangsantennen angeordnet sind. Hierbei variieren die Genauigkeit und der benötigte Erfassungsbereich beispielsweise zwischen Zielen in großer Entfernung und kurzer Entfernung. Darüber hinaus variiert auch die benötigte Leistung mit den Fahrbedingungen, Umgebungsbedingungen, etc. In Fällen, bei denen die Kombination der zu verwendenden Empfangsantennen vorab bestimmt ist, wie beim herkömmlichen Stand der Technik, wird es unmöglich, die benötigte Leistung abhängig von den Bedingungen oder Situationen zu erzielen.

[0005] Wenn beispielsweise die Erfassungsgenauigkeit des Richtungswinkels in die vertikale Richtung niedrig ist, kann eine Eisenplatte oder ein Stahlblech, das auf einer Straße liegt, als Hindernis erfasst werden, wodurch es vorkommen kann, dass eine unnötige Warnung ausgegeben wird oder eine Bremsbetätigung stattfindet, obgleich das Fahrzeug

in der Lage ist, über die Eisenplatte hinweg zu fahren. Es ist jedoch unmöglich, einen weiten Bereich mittels eines Radars zu erfassen, der lediglich darauf spezialisiert ist, derartige Eisenplatten zu erfassen.

[0006] Die JP 2000-258524 offenbart eine Hinderniserfassungsvorrichtung mit einem ein Empfangsantennenteil mit einer Mehrzahl von Empfangsantennen, die in horizontale Richtung angeordnet sind. Die Empfangsantennen lassen sich mittels eines Umschalters unterschiedlich kombinieren. Aus der EP 0 947 852 A1 ist eine Hinderniserfassungsvorrichtung bekannt, bei welcher sowohl der horizontale als auch der vertikale Richtungswinkel eines Ziels bestimmt wird.

Kurzfassung der Erfindung

Mit der Erfindung zu lösende Aufgabe

[0007] Die vorliegende Erfindung wurde unter Berücksichtigung des vorstehend beschriebenen Problems gemacht und hat zur Aufgabe, eine Technologie bereitzustellen, mit welcher eine Vielzahl von Zielen genauer erfasst werden kann.

Mittel zur Lösung der Aufgabe

[0008] Um die vorstehend genannte Aufgabe zu lösen, umfasst eine Hindernis-Erfassungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung die folgenden Merkmale.

[0009] Nämlich, eine Hindernis-Erfassungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass sie aufweist: ein Empfangsantennenteil mit einer Mehrzahl von Empfangsantennen, die in horizontale Richtung angeordnet sind, wobei ein Teil derselben in eine vertikale Richtung von den anderen versetzt ist, und das eine Mehrzahl von Kombinationen von Empfangsantennen hat, bei welchen die Anordnungsrichtung der Empfangsantennen schräg ist und von welchen jede Kombination einen Richtungswinkel in horizontale Richtung und einen Richtungswinkel in vertikale Richtung eines Ziels erfasst; sowie ein Erfassungsmittel, das das Ziel mehrfach erfasst während es die Kombination der Empfangsantennen ändert, Die Mehrzahl von Kombinationen von Empfangsantennen umfasst Kombinationen, bei denen ein Anordnungsintervall der Empfangsantennen voneinander verschieden ist, wobei das Erfassungsmittel die Kombination von Empfangsantennen von den Kombinationen, bei denen das Anordnungsintervall der Empfangsantennen voneinander verschieden ist, entsprechend der Entfernung des zu erfassenden Ziels oder entsprechend einer Zeitspanne, bis das zu erfassende Ziel damit kollidiert, ändert.

[0010] Hierdurch ist es möglich, einen Richtungswinkel (Azimuth) des Ziels bezüglich einer schrägen Richtung unter Verwendung von zwei Empfangsantennen zu erfassen, die eine Empfangsantenne enthalten, die in die horizontale Richtung angeordnet ist, sowie eine Antenne, die in die vertikale Richtung versetzt ist. Das bedeutet, es ist möglich, einen Richtungswinkel des Ziels bezüglich einer Richtung, in welche diese beiden Empfangsantennen angeordnet sind, zu erfassen. Wenn darüber hinaus zumindest zwei Kombinationen von Empfangsantennen gegeben sind, deren Anordnungswinkel voneinander verschieden sind, ist es möglich, den Richtungswinkel des Ziels in horizontale Richtung und den Richtungswinkel des Ziels in vertikale Richtung zu erfassen.

[0011] Wenn zudem eine Mehrzahl von Kombinationen der Empfangsantennen, deren Anordnungswinkel voneinander verschieden sind, gegeben ist, besteht eine Mehrzahl von Kombinationen von Empfangsantennen, welche den Richtungswinkel in horizontale Richtung und den Richtungswinkel in vertikale Richtung des Ziels erfassen können. Darüber hinaus kann das Erfassungsmittel das Ziel mehrmals erfassen, während es die Kombination der Empfangsantennen ändert.

[0012] Bei einem Monoimpulssystem verändern sich in Fällen, wo der Richtungswinkel des Ziels anhand zweier Empfangsantennen erhalten wird, beispielsweise der Bereich, in dem das Ziel erfasst werden kann, sowie die Erfassungsgenauigkeit des Ziels abhängig von dem Abstand (Intervall) zwischen den Empfangsantennen. Beispielsweise wird, je kleiner das Intervall der Empfangsantennen ist, der Winkel, in welchem das Ziel erfasst werden kann, umso größer, jedoch sinkt die Erfassungsgenauigkeit des Ziels. Im Gegensatz dazu wird, je größer das Intervall der Empfangsantennen ist, der Winkel, in welchem das Ziel aufgrund der Phasenumkehr erfasst werden kann, kleiner, aber die Erfassungsgenauigkeit des Ziels steigt. Darüber hinaus wird bei einer Kombination von Empfangsantennen, die in schräge Richtung angeordnet sind, die Erfassungsgenauigkeit, mit welcher der Richtungswinkel in vertikale Richtung des Ziels erhalten werden kann, umso höher, je näher die vertikale Richtung der Richtung der Anordnung der Antennen ist.

[0013] Auf diese Weise verändern sich die Erfassungsgenauigkeit des Ziels und der Bereich, in welchem das Ziel erfasst werden kann abhängig von der Anordnungsrichtung oder dem Anordnungsintervall der Empfangsantennen. Daher ist es, wenn das Ziel mehrfach erfasst wird, während die Kombination der Empfangsantennen verändert wird, möglich, das Ziel gemäß einer Mehrzahl von Bedingungen zu erfassen.

[0014] Wenn beispielsweise das Fahrzeug auf einer Autobahn fährt und eine Brücke in relativ großer Distanz liegt und die Autobahn überspannt, wird diese Brücke erfasst. Das bedeutet, die Brücke oder dergleichen hat eine relativ breite Oberfläche, so dass ein Empfangsniveau derselben hoch wird und es einfach ist, diese Brücke zu erfassen. Jedoch ist es nicht notwendig, hierauf unmittelbar zu reagieren, da sie in großer Entfernung liegt. Darüber hinaus wird, selbst wenn eine genaue Erfassung auf eine so große Entfernung ausgeführt wird, die Berechnung nur kompliziert. Das bedeutet, für große Distanzen ist es besser, einen großen Bereich erfassen zu können, selbst wenn die Genauigkeit gering ist.

[0015] Dagegen ist, wenn eine Eisenplatte oder dergleichen auf der Straße liegt, falls die Eisenplatte so dünn ist, dass ein Zielfahrzeug (das eigene Fahrzeug) über diese hinweg fahren kann, das Erfassungsniveau hierfür gering, und die Eisenplatte kann nicht erfasst werden, bis der Abstand des Fahrzeugs zur Eisenplatte relativ gering wird. Hierbei besteht die Befürchtung, dass, wenn ein Ziel in relativ kurzer Distanz existiert, eine Kollision auftritt, wenn der Fahrer des Fahrzeugs hierauf nicht unmittelbar reagiert. Jedoch besteht bei einer Eisenplatte oder dergleichen kein Anlass für die Befürchtung einer Kollision, und es ist daher wünschenswert, mit hoher Genauigkeit zu erfassen, ob die Dicke der Eisenplatte oder dergleichen in einem Bereich liegt, in welchem das Zielfahrzeug darüber hinweg fahren kann. Aus diesem Grund ist, wenn das Ziel in einem kurzen Abstand vorliegt, eine hohe Erfassungsgenauigkeit besser, selbst wenn lediglich ein enger Bereich erfasst werden kann. Daher kann selbst in Fällen, wo die benötigte Leistung entsprechend dem Abstand des Ziels variiert, mit derartigen Fällen umgegangen werden, da das Ziel mehrfach während der Änderung der Kombination der Empfangsantennen erfasst wird.

[0016] Darüber hinaus kann die Erfassungsgenauigkeit des Ziels beispielsweise durch Vergleichen zweier Erfassungsergebnisse, die durch das Erfassungsmittel erhalten werden, erhöht werden. Wenn beispielsweise das Ziel unter Verwendung zweier Empfangsantennen erfasst wird, werden, wenn eine Mehrzahl von Zielen mit der gleichen Relativgeschwindigkeit in gleichem Abstand vorliegen, die von diesen Objekten empfangenen Radarwellen miteinander kombiniert, so dass es unmöglich werden kann, die Ziele genau zu erfassen. Darüber hinaus kann es ferner unmöglich werden, die Ziele aufgrund der Phasenumkehr der Wellen genau zu erfassen. Selbst in diesen Fällen kann die Erfassungsgenauigkeit der Ziele durch Vergleichen von zumindest zwei Erfassungsergebnissen, die durch das Erfassungsmittel erhalten wurden, erhöht werden.

[0017] Das Erfassungsmittel der vorliegenden Erfindung kann ferner das Ziel unter Verwendung einer Kombination von Empfangsantennen erfassen, deren Anordnungsintervall entsprechend der kürzeren Distanz derselben zum Ziel größer ist.

[0018] Hierbei können die Empfangsantennen, die in einem weiten Intervall angeordnet sind, den Richtungswinkel des Ziels mit einem hohen Genauigkeitsgrad erfassen. Durch eine Kombination der Empfangsantennen, die in einem weiten Intervall angeordnet sind, wobei deren Anordnungsrichtung schräg ist, kann beispielsweise der Richtungswinkel des Ziels in vertikale Richtung mit einem hohen Grad an Genauigkeit erfasst werden.

[0019] Beispielsweise ist, wenn das Ziel, über welches das Zielfahrzeug fahren kann, eine Eisenplatte oder dergleichen ist, die auf einer Fahrbahnoberfläche liegt, eine Oberfläche der Eisenplatte, von welcher Radarwellen reflektiert werden, eine Oberfläche in Dickenrichtung der Eisenplatte, so dass, wenn das Ziel in großer Entfernung liegt, das Empfangsniveau der Radarwellen gering oder niedrig wird. Aus diesem Grund wird, wenn das Ziel in weiter Ferne liegt, die Empfangsgenauigkeit hierfür gering. Andererseits dauert es eine bestimmte Zeit, bis das Fahrzeug in die Nähe des Ziels kommt, selbst wenn das Ziel in großer Entfernung groß ist, so dass die Erfassungsgenauigkeit in vielen Fällen gering sein kann. Daher ist es, wenn das Ziel in großer Entfernung liegt, nicht nötig, ein Bremsmanöver zur Vermeidung einer Kollision einzuleiten, sondern es ist ausreichend, den Fahrer entsprechend zu warnen. Das bedeutet, im Falle eines großen Abstandes sollte ein weiter Bereich vermittelt der Empfangsantennen, die in einem engen Intervall angeordnet sind, lediglich erfasst werden.

[0020] Demgegenüber wird bei einem kurzen Abstand, selbst im Falle eines dünnen Ziels, wie beispielsweise einer Eisenplatte oder dergleichen, das Empfangsniveau hoch. Hier wird in Fällen, bei denen das Ziel in kurzer Entfernung liegt, ein hoher Grad der Erfassungsgenauigkeit für das Ziel benötigt. Beispielsweise muss in Fällen, bei denen das Ziel in kurzer Entfernung liegt, wenn Kollisionsgefahr besteht, der Fahrer unmittelbar eine Steuerung ausführen, um die Kollision zu vermeiden. Im Gegensatz dazu wird, wenn die Steuerung zur Vermeidung der Kollision für ein Ziel, wie beispielsweise eine Eisenplatte oder dergleichen ausgeführt wird, eine unnötige Steuerung ausgeführt. Daher wird für einen kurzen Abstand eine Erfassung mit hoher Genauigkeit benötigt. In diesem Fall sollten Empfangsantennen mit einem größeren Intervall gewählt werden.

[0021] Darüber hinaus gibt es in Fällen, in denen das Zielfahrzeug beispielsweise geradeaus fährt, wenn kein Hindernis in einem engen Bereich in

Fahrtrichtung des Zielfahrzeugs vorliegt, kein Problem in einem kurzen Abstand vor dem Zielfahrzeug. In diesem Fall wird, wenn beispielsweise eine Brücke in großem Abstand erfasst wird, wenn sich das Fahrzeug der Brücke nähert, die über dem Fahrzeug befindliche Brücke nicht mittels eines Radars erfasst, da keine Gefahr besteht, dass das Zielfahrzeug mit der Brücke kollidiert, so dass die Erfassung der Brücke nicht notwendig ist.

[0022] Durch Erfassung des Ziels unter Verwendung einer Kombination der Empfangsantennen, deren Anordnungsintervall entsprechend der kurzen Distanz zum Ziel weiter ist, kann daher die Erfassung des Ziels unter Verwendung einer optimalen Kombination erreicht werden.

[0023] Das bedeutet, wenn der Abstand des Ziels erfasst wurde, wird das Ziel durch Ändern der Kombination der Empfangsantennen entsprechend dem derart erfassten Abstand erneut erfasst. Wie vorstehend beschrieben, kann die genaue Erfassung des Ziels gewünscht oder unerwünscht sein, abhängig vom Abstand des Ziels. Wenn beispielsweise das Ziel unter Verwendung einer Kombination von Empfangsantennen mit engem Intervall erfasst wird, wird in Fällen, wo der Abstand zum Ziel gering ist, das Ziel unter Verwendung einer Kombination von Empfangsantennen mit weitem Intervall erneut erfasst. Als Ergebnis kann eine optimale Kombination entsprechend dem Abstand des Ziels gewählt werden.

[0024] Darüber hinaus kann in Fällen, wo das Intervall der Empfangsantennen $1/2$ mal oder mehr als die Wellenlänge der Hauptfrequenz ist, die Position des Ziels aufgrund der Phasenumkehr versetzt erfasst werden. In diesem Fall ist es schwierig, nur anhand der Kombination der Empfangsantennen zu bestimmen, ob die erfasste Position korrekt ist. Dagegen wird das Ziel unter Verwendung einer Kombination von Empfangsantennen in einem breiteren Intervall erfasst, und zu diesem Zeitpunkt kann, wenn das Ziel an der gleichen Stelle erfasst wird, beurteilt werden, dass die erfasste Position eine korrekte Position ist, wohingegen, wenn es in einer unterschiedlichen Position erfasst wird, bestimmt werden kann, dass die erfasste Position eine fehlerhafte Position ist. Darüber hinaus kann in Fällen, wo bestimmt wird, dass die Position versetzt erfasst wurde, die korrekte Position berechnet werden, und die Position des Ziels kann daher unter Verwendung einer Kombination von Empfangsantennen mit breitem Intervall bestimmt werden.

[0025] Es sei angemerkt, dass zunächst ein grober Richtungswinkel des Ziels unter Verwendung einer Kombination von Empfangsantennen mit engem Intervall erfasst werden kann, und anschließend das Ziel genauer unter Verwendung einer Kombination von Empfangsantennen mit weitem Intervall

erfasst werden kann. Diese Erfassungsfolge kann auch umgekehrt werden.

[0026] Bei der vorliegenden Erfindung kann das Erfassungsmittel ferner die Kombination der Empfangsantennen entsprechend der Geschwindigkeit des Zielfahrzeugs ändern. Je größer die Geschwindigkeit des Zielfahrzeugs ist, desto früher kann das Zielfahrzeug mit dem Ziel zusammenstoßen, so dass eine genauere Kombination der Empfangsantennen benötigt wird.

[0027] Darüber hinaus kann die Zeitspanne, bis das Ziel damit kollidiert, basierend auf der relativen Geschwindigkeit und dem Abstand des Ziels erhalten werden.

[0028] Durch Dividieren des Abstands des Ziels durch die relative Geschwindigkeit desselben kann die Zeitspanne (TTC), bis das Zielfahrzeug mit dem Ziel kollidiert, abgeschätzt werden. Je kürzer diese Zeitspanne ist, umso höher ist der Grad der Genauigkeit, mit welcher das Ziel erfasst werden muss. Das bedeutet in Fällen, in welchen die Zeitspanne kurz ist, bis das Zielfahrzeug mit dem Ziel kollidiert, sollte das Ziel mit einem hohen Grad an Genauigkeit unter Verwendung einer Kombination von Empfangsantennen mit weitem Intervall erfasst werden. In Fällen dagegen, bei denen die Zeitspanne, bis das Zielfahrzeug mit dem Ziel kollidiert, lang ist, wird es, wenn eine grobe Position des Ziels bestimmt wurde und erfasst wurde, ob das Ziel in einem großen Abstand liegt, durch Verwendung einer Kombination von Empfangsantennen mit engem Intervall möglich, leicht andere Ziele zu erfassen. Beispielsweise kann nach Ändern der Kombination der Empfangsantennen basierend auf der bei einer Kombination von Empfangsantennen erfassten TTC das Ziel erneut erfasst werden.

[0029] Es sei angemerkt, dass in Fällen, in welchen ein System vorgesehen ist, das dazu dient, dass das Zielfahrzeug einem vorausfahenden Fahrzeug folgt, während ein vorgegebener Abstand zwischen diesen eingehalten wird, die Kombination entsprechend einer Zeitspanne verändert werden kann, in welcher das andere Fahrzeug die vorgegebene Distanz erreicht.

[0030] Darüber hinaus ändert sich, wenn das Zielfahrzeug beispielsweise nach links oder rechts abbiegt, die Bewegungsrichtung des Fahrzeugs in einem großen Ausmaß, so dass der Bereich, in welchem die Erfassung des Ziels notwendig ist, sich ebenfalls in einem großen Ausmaß verändert. Zu diesem Zeitpunkt soll der Erfassungsbereich lediglich entsprechend der Bewegungsrichtung verändert werden. Dasselbe gilt für Fälle, in welchen das Fahrzeug eine Kurve durchfährt. Wenn beispielsweise ein Fahrtrichtungsanzeiger bzw. Blinker des Zielfahr-

zeugs betätigt wird, kann entsprechend eine Kombination der Empfangsantennen gewählt werden, die einen weiten Winkelbereich einschließlich dieser Richtung erfassen können.

[0031] Darüber hinaus kann die Kombination der Empfangsantennen abhängig davon geändert werden, ob das Zielfahrzeug auf einer herkömmlichen (gewöhnlichen) Straße oder einer Autobahn fährt. Beispielsweise gibt es auf Autobahnen zahlreiche diese überspannende Brücken, Verkehrszeichen bzw. Wegweiser und dergleichen, so dass viele Gelegenheiten gegeben sind, weit entfernte Ziele zu erfassen. Aus diesem Grund sollen die Ziele nur durch häufigere Verwendung von Kombinationen von Empfangsantennen mit engeren Intervallen erfasst werden. Selbst in solchen Fällen ist es möglich, die Genauigkeit durch Verwendung von Kombinationsantennen mit weiteren Intervallen in Kombination hiermit zu verbessern.

Effekt der Erfindung

[0032] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine Vielzahl von verschiedenen Objekten mit einem hohen Grad an Genauigkeit zu erfassen.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Hindernis-Erfassungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 zeigt eine Darstellung, die eine Anordnung der Empfangsantennen gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt;

Fig. 3 zeigt eine Anordnung, die ein Beispiel der Beziehung zwischen den Richtungen der Anordnungen der Empfangsantennen und der Richtung des Ziels zeigt, gesehen von der Rückseite des Fahrzeugs;

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das einen Ablauf zur Erfassung eines Ziels gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

Fig. 5 ist eine Darstellung, die eine Anordnung der Empfangsantennen gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt; und

Fig. 6 ist ein Flussdiagramm, das einen Ablauf zur Erfassung eines Ziels gemäß der dritten Ausführungsform zeigt.

Ausführungsformen zum Ausführen der Erfindung

[0033] Nachfolgend werden Ausführungsformen einer Hindernis-Erfassungsvorrichtung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0034] Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau einer Hindernis-Erfassungsvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform. Diese Hindernis-Erfassungsvorrichtung 1 ist in einem Frontbereich eines Fahrzeugs angebracht und dient dazu, zu erfassen, ob ein Ziel vor dem eigenen Fahrzeug existiert, und darüber hinaus einen Abstand zum Ziel, eine relative Geschwindigkeit sowie einen Richtungswinkel des Ziels etc. zu erfassen. Millimeterwellen werden als Übertragungsfunkwellen verwendet. Die Hindernis-Erfassungsvorrichtung 1 besteht aus einem Oszillator 2, einer Sende- bzw. Übertragungsantenne 3, einem Empfangsantennenteil 4, Mischern 5, Filtern 6, A/D-Wandlern 7 und einer ECU 10.

[0035] Der Oszillator 2 schwingt in Frequenzen in einem Millimeter-Wellenband, deren Mittel- bzw. Hauptfrequenz F_0 (z. B. 76,5 GHz) ist, und gibt ein Signal aus, das einer Frequenzmodulation derart unterzogen wurde, dass die Frequenz in Form einer Dreieckswelle variiert. Die Sendeantenne 3 sendet Radarwellen entsprechend dem Übertragungssignal vom Oszillator 2 aus.

[0036] Das Empfangsantennenteil 4 empfängt reflektierte Wellen, die einen Teil der Radarwellen darstellen, die von der Sendeantenne 3 ausgehen und von einem Objekt reflektiert wurden. Das Empfangsantennenteil 4 ist eine Antennenanordnung bzw. Arrayantenne und besteht aus einer ersten Empfangsantenne 4a, einer zweiten Empfangsantenne 4b, einer dritten Empfangsantenne 4c und einer vierten Empfangsantenne 4d. Die jeweiligen Empfangsantennen 4a, 4b, 4c und 4d werden durch eine Mehrzahl von Patch-Antennen gebildet, die in vertikale Richtung angeordnet sind. Die Anordnung der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c und 4d wird später beschrieben. Es sei angemerkt, dass in dieser Ausführungsform die erste Empfangsantenne 4a, die zweite Empfangsantenne 4b, die dritte Empfangsantenne 4c und die vierte Empfangsantenne 4d den Empfangsantennen der vorliegenden Erfindung entsprechen. Es sei auch angemerkt, dass lediglich drei oder auch mehr Empfangsantennen gegeben sein können.

[0037] Die Mischer 5 sind für die jeweiligen Empfangsantennen 4a, 4b, 4c und 4d vorgesehen, und lokale Signale des Oszillators 2 werden in die jeweiligen Mischer 5 eingegeben. Empfangssignale der jeweiligen Empfangsantennen 4a, 4b, 4c und 4d werden entsprechend mit diesen lokalen Signalen gemischt, so dass diese auf Zwischenfrequenzen heruntergewandelt werden. Taktsignale (Differenzsignale zwischen den Übertragungssignalen und den Empfangssignalen) werden durch diese Herunterwandlung erhalten.

[0038] Die Filter 6 sind für die jeweiligen Empfangsantennen 4a, 4b, 4c und 4d vorgesehen, um unnötige Signalkomponenten von den Ausgaben der jeweiligen Filter 5 zu entfernen. Die A/D-Wandler 7 sind ebenfalls für die einzelnen Empfangsantennen 4a, 4b, 4c und 4d vorgesehen, um Empfangsdaten durch Abtasten der Ausgaben der einzelnen Filter 6 zu erzeugen.

[0039] Die ECU 10 umfasst eine CPU, welche Programme ausführt, ein ROM, in welchem die durch die CPU auszuführenden Programme sowie Daten gespeichert sind, ein RAM, das als Arbeitsbereich verwendet wird, eine Input-/Output-Schnittstelle und so weiter. Beispielsweise aktiviert die ECU 10 den Oszillator 2, so dass er eine Verarbeitung ausführt, um die Position und die Relativgeschwindigkeit des Ziels basierend auf individuellen Empfangsdaten, die während des Betriebs des Oszillators 2 erhalten werden, zu berechnen. Darüber hinaus steuert die ECU 10 eine Warnvorrichtung 11 basierend auf individuellen Informationsstücken bezüglich des Richtungswinkels, der Entfernung und der Relativgeschwindigkeit des erfassten Ziels. Die Warnvorrichtung 11 ist eine Vorrichtung, die dazu dient, den Fahrzeugführer von der Existenz eines Hindernisses durch die Verwendung von Geräuschen oder Licht zu warnen. Es sei angemerkt, dass ferner ein Gurt-Vorspanner, ein Airbag, eine Bremse, eine Drosselklappe oder dergleichen entsprechend dem Richtungswinkel, dem Abstand und der Relativgeschwindigkeit des Ziels betrieben werden können.

[0040] Nachfolgend wird ein Dreieckwellenmodulation FM-CW-Verfahren beschrieben. Wenn die Taktfrequenz zu dem Zeitpunkt, bei dem die Relativgeschwindigkeit Null ist, FR ist, die Dopplerfrequenz basierend auf der Relativgeschwindigkeit FD ist, die Taktfrequenz in einem Bereich, in welchem die Frequenz zunimmt (Up Zone), $FB1$ ist, und die Taktfrequenz in einem Bereich, in welchem die Frequenz abnimmt (Down Zone), $FB2$ ist, dann gelten die nachfolgenden Beziehungen:

$$FB1 = FR - FD$$

$$FB2 = FR + FD$$

[0041] Durch getrenntes Erfassen der Taktfrequenzen $FB1$ und $FB2$ in der Up Zone und der Down Zone eines Modulationszyklus' können FR und FD entsprechend anhand der folgenden Gleichung erhalten werden:

$$FR = (FB1 + FB2) / 2$$

$$FD = (FB2 - FB1) / 2$$

[0042] Dann können, wenn FR und FD gefunden sind, der Abstand R und die Geschwindigkeit V des

Ziels anhand der folgenden Gleichungen bestimmt werden:

$$R = (C / (4 \times \Delta F \times FM)) \times FR$$

$$V = (C / (2 \times F_0)) \times FD,$$

wobei C die Lichtgeschwindigkeit ist; FM eine FM-Modulationsfrequenz ist; ΔF eine Modulationsweite ist; und F_0 eine Mittelfrequenz ist.

[0043] Dann kann der Richtungswinkel des Ziels entsprechend dem Phasen-Monoimpulssystem berechnet werden. Hierbei wird, bezugnehmend auf ein Beispiel, bei welchem reflektierte Wellen erfasst werden, die in einem Winkel θ von ihren Frontflächen auf zwei Empfangsantennen einfallen, ein Richtungswinkel θ des Ziels basierend auf der folgenden Gleichung aus einer Phasendifferenz Φ der reflektierten Wellen, die durch die beiden Empfangsantennen erhalten werden, berechnet:

$$\theta = \sin^{-1}(\lambda \phi / 2 \pi D)$$

wobei D das Intervall der beiden Empfangsantennen ist und λ die Wellenlänge des Übertragungsimpulses ist.

[0044] Wenn das Intervall D der beiden Empfangsantennen jedoch auf einen Wert größer als $\lambda/2$ gesetzt ist, kommt es zu einer Phasenumkehr, und der Richtungswinkel bzw. Azimutwinkel θ des Ziels wird einer aus einer Vielzahl von Kandidaten, die durch die folgende Gleichung dargestellt werden, und wird dadurch nicht eindeutig bestimmt.

$$\theta = \sin^{-1} \{ \lambda (\phi + 2\pi K) / 2\pi D \} (K = 0, 1, 2, \dots)$$

[0045] Dementsprechend wird bei dieser Ausführungsform der Richtungswinkel des Ziels unter Verwendung einer Mehrzahl von Kombinationen von Empfangsantennen 4a, 4b, 4c und 4d bestimmt, welche schräge Richtungen bilden.

[0046] Fig. 2 zeigt eine Darstellung, die eine Anordnung der Empfangsantennen gemäß der ersten Ausführungsform zeigen. Die erste Empfangsantenne 4a, die zweite Empfangsantenne 4b, die dritte Empfangsantenne 4c und die vierte Empfangsantenne 4d sind in derselben Ebene angeordnet. Es sei angemerkt, dass Fig. 2 die Mittelpunkte der jeweiligen Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d zeigt.

[0047] In Fig. 2 ist die vierte Empfangsantenne 4d in horizontale Richtung der ersten Empfangsantenne 4a angeordnet. Darüber hinaus ist die dritte Empfangsantenne 4c in horizontale Richtung der zweiten Empfangsantenne 4b angeordnet. Ferner sind die zweite Empfangsantenne 4b und die dritte Emp-

fangsantenne 4c zwischen der ersten Empfangsantenne 4a und der vierten Empfangsantenne 4d derart angeordnet, dass sie von der ersten Empfangsantenne 4a und der vierten Empfangsantenne 4d nach oben versetzt sind. Daher sind die zweite Empfangsantenne 4b und die dritte Empfangsantenne 4c an Stellen angeordnet, die bezüglich der ersten Empfangsantenne 4a und der vierten Empfangsantenne 4d schräg nach oben liegen.

[0048] Wenn zwei der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d ausgewählt und miteinander kombiniert werden, werden Kombinationen, bei welchen die Anordnungsrichtung derselben schräg wird, durch durchgezogene Linien in Fig. 2 dargestellt. Das bedeutet, wenn die Kombinationen der Anordnungsrichtung der Empfangsantennen schräg ist, können vier Arten von Kombinationen berücksichtigt werden, welche eine Kombination der ersten Empfangsantenne 4a und der zweiten Empfangsantenne 4b (als CH12 bezeichnet), eine Kombination der ersten Empfangsantenne 4a und der dritten Empfangsantenne 4c (als CH13 bezeichnet), eine Kombination der zweiten Empfangsantenne 4b und der vierten Empfangsantenne 4d (als CH24 bezeichnet), und eine Kombination der dritten Empfangsantenne 4c und der vierten Empfangsantenne 4d (als CH34 bezeichnet) enthalten.

[0049] Dann werden in Fig. 2 die Winkel der Anordnungsrichtungen von CH12, CH13, CH24 und CH34 bezüglich der horizontalen Richtung durch R12, R13, R24 und R34 angezeigt. Wenn CH12 und CH13 verglichen werden, ist das Intervall von CH12 geringer und das Intervall von CH13 ist größer. In ähnlicher Weise ist, wenn CH24 und CH34 verglichen werden, das Intervall von CH34 enger und das Intervall von CH24 größer. Das bedeutet, CH12 und CH34 können das Ziel in einem größeren Winkelbereich als CH13 und CH24 erfassen. Dagegen können CH13 und CH24 das Ziel in einem engeren Winkelbereich mit höherer Genauigkeit als CH12 und CH34 erfassen.

[0050] Demgemäß kann bei dieser Ausführungsform die grobe Position des Ziels zunächst unter Verwendung von CH12 und CH34 bestimmt werden, und dann kann die Position des Ziels unter Verwendung von CH13 und CH24 überprüft werden.

[0051] Fig. 3 zeigt eine Darstellung, die ein Beispiel der Beziehung zwischen den Anordnungsrichtungen der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c und 4d und die Position des Ziels zeigt, gesehen von der Rückseite des Fahrzeugs. Die Abszisse stellt die laterale Richtung oder Querrichtung des Ziels dar, die dem Abstand desselben in der wirklichen lateralen Richtung oder Querrichtung des Fahrzeugs entspricht. Darüber hinaus bezeichnet die Ordinate die Höhe des Ziels in vertikaler Richtung. Die Koordinatenach-

sen sind bezüglich der Anordnungsrichtung von CH12 und der Anordnungsrichtung von CH34 eingestellt.

[0052] Zunächst wird die laterale Position X12 des Ziels in Richtung der Anordnung von CH12 entsprechend dem Monoimpulssystem berechnet. In ähnlicher Weise wird die laterale Position X34 des Ziels in Richtung der Anordnung von CH34 entsprechend dem Monoimpulssystem berechnet. Dann können die Höhe Z und die laterale Position X des Ziels entsprechend der folgenden Gleichungen berechnet werden.

$$X = X12 \times \cos R12 + X34 \times \cos R34$$

$$Z = X12 \times (-\sin R12) + X34 \times \sin R34$$

[0053] Dann wird die laterale Position X13 des Ziels in die Richtung der Anordnung von CH13 entsprechend dem Monoimpulssystem berechnet. In ähnlicher Weise wird die laterale Position X24 des Ziels in Richtung der Anordnung von CH24 entsprechend dem Monoimpulssystem berechnet. Dann können die Höhe Z und die laterale Position X des Ziels entsprechend der folgenden Gleichungen berechnet werden.

$$X = X13 \times \cos R13 + X24 \times \cos R24$$

$$Z = X13 \times (-\sin R13) + X24 \times \sin R24$$

[0054] Anschließend werden die laterale Position X und die Höhe Z des Zieles, die aus CH12 und CH34 erhalten wurden, mit denen verglichen, die aus CH13 und CH24 erhalten wurden. Das bedeutet, bei CH13 und CH24 ist die Erfassungsgenauigkeit für das Ziel hoch, jedoch kann eine Phasenumkehr auftreten. Bei CH12 und CH34 dagegen ist, wenn die Empfangsantennen derart angeordnet sind, dass keine Phasenumkehr auftritt, die Erfassungsgenauigkeit gering, jedoch kann die Position des Ziels in einem weiten Winkelbereich erfasst werden. Daher wird beispielsweise die grobe Position des Ziels zunächst in einem weiten Winkelbereich erfasst und dann, wenn die Position des Ziels, die durch CH13 oder CH24 erhalten wurde, in der Nähe dieser Position liegt, kann bestimmt werden, dass die Position des Ziels, die durch CH13 oder CH24 erhalten wurde, die tatsächliche Position des Ziels ist. Darüber hinaus kann in Fällen, bei welchen die Position des Ziels, die durch CH13 oder CH24 erhalten wurde, bezüglich jener versetzt ist, die durch CH12 oder CH34 erhalten wurde, bestimmt werden, dass eine Phasenumkehr aufgetreten ist. In diesem Fall kann eine Größe dieses Versatzes berechnet werden, so dass eine Position, die durch Addition der Größe des Versatzes zu der Position des Ziels, die durch CH13 oder CH24 erfasst wurde, als tatsächliche Position des Ziels bestimmt werden kann.

[0055] Auf diese Weise ist es durch Erfassen des Ziels während des Änderns der Kombination der Erfassungsantennen 4a, 4b, 4c, 4d möglich, die Erfassungsgenauigkeit des Ziels zu erhöhen. Daraus resultierend wird, wenn eine Eisenplatte oder dergleichen mit nahezu keiner Höhe auf der Straße liegt, dieses nicht als Hindernis erfasst, so dass es möglich ist, die Ausgabe einer unnötigen Warnung zu vermeiden.

[0056] Im weiteren Verlauf zeigt **Fig. 4** ein Flussdiagramm, das einen Ablauf der Erfassung eines Zieles oder ein Verfahren gemäß dieser Ausführungsform zeigt. Dieses Verfahren wird mittels der ECU 10 wiederholt ausgeführt.

[0057] In Schritt S101 berechnet die ECU 10 die laterale Position X12 des Ziels in Anordnungsrichtung von CH12 anhand der ersten Empfangsantenne 4a und der zweiten Empfangsantenne 4b gemäß dem Monoimpulssystem.

[0058] In Schritt S102 berechnet die ECU 10 die laterale Position X34 des Ziels in Anordnungsrichtung von CH34 anhand der dritten Empfangsantenne 4c und der vierten Empfangsantenne 4d gemäß dem Monoimpulssystem.

[0059] In Schritt S103 berechnet die ECU 10 die Höhe Z und die laterale Position X des Ziels aus der lateralen Position X12 des Ziels in Richtung der Anordnung von CH12 und der lateralen Position X34 des Ziels in Richtung der Anordnung von CH34.

[0060] In Schritt S104 berechnet die ECU 10 die laterale Position X13 des Ziels in Richtung der Anordnung von CH13 anhand der ersten Empfangsantenne 4a und der dritten Empfangsantenne 4c entsprechend dem Monoimpulssystem.

[0061] In Schritt S105 berechnet die ECU 10 die laterale Position X24 des Ziels in Richtung der Anordnung von CH24 anhand der zweiten Empfangsantenne 4b und der vierten Empfangsantenne 4d entsprechend dem Monoimpulssystem.

[0062] In Schritt S106 berechnet die ECU 10 die Höhe Z und die laterale Position X des Ziels aus der lateralen Position X13 des Ziels in Richtung der Anordnung von CH13 und der lateralen Position X24 des Ziels in Richtung der Anordnung von CH24.

[0063] In Schritt S107 vergleicht die ECU 10 die Höhe Z des Ziels, die in Schritt S103 berechnet wurde, mit der in Schritt S106 berechneten, und bestimmt die Höhe Z des Ziels. Es sei angemerkt, dass bei dieser Ausführungsform die ECU 10, welche das Verfahren der Schritte S101 bis S107 ausführt, dem Erfassungsmittel der vorliegenden Ausführungsform entspricht.

[0064] In Schritt S108 bestimmt die ECU 10, ob das Ziel ein Objekt ist, vor welchem gewarnt werden muss. Das bedeutet, es wird bestimmt, ob die Höhe Z des Ziels gleich oder größer ist als ein Grenzwert. In Fällen, in denen eine bestätigende Feststellung (JA) in Schritt S108 getroffen wird, das bedeutet in Fällen, in denen bestimmt wird, dass das Ziel ein Objekt ist, vor dem gewarnt werden muss, fährt das Verfahren mit Schritt S109 fort, in welchem die Warnvorrichtung 11 betätigt wird. In Fällen dagegen, bei welchen eine negative Feststellung (NEIN) in Schritt S108 getroffen wird, das bedeutet in Fällen, bei welchen bestimmt wird, dass das Ziel kein Objekt ist, vor dem gewarnt werden muss, endet das Verfahren.

[0065] Wie vorstehend beschrieben, ist es gemäß dieser Ausführungsform möglich, durch Vergleichen der Ergebnisse der mehrfachen Erfassung des Ziels während der Änderung der Kombination der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d die Höhe Z des Ziels mit einem hohen Grad an Genauigkeit zu erhalten. Daher wird, wenn eine Eisenplatte oder dergleichen auf der Fahrbahn liegt, über welche das Fahrzeug hinweg fahren kann, diese nicht als Hindernis erkannt, so dass die Ausgabe einer unnötigen Warnung verhindert werden kann. Durch Kombinieren einer Mehrzahl von Empfangsantennen, die in eine schräge Richtung angeordnet sind, ist es darüber hinaus möglich, die Größe der Vorrichtung verglichen zu dem Fall zu verringern, wo die Empfangsantennen in vertikale Richtung angeordnet sind.

[0066] Es sei angemerkt, dass die Höhe Z und die laterale Position X des Ziels basierend auf einer Kombination der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d in horizontale Richtung und einer Kombination derselben in schräge Richtung berechnet werden können. Beispielsweise können die Höhe Z und die laterale Position X des Ziels unter Verwendung entweder einer Kombination der ersten Empfangsantenne 4a und der vierten Empfangsantenne 4d (als CH14 bezeichnet) oder einer Kombination der zweiten Empfangsantenne 4b und der dritten Empfangsantenne 4c (als CH23 bezeichnet), sowie einer jeden von CH12, CH13, CH24 und CH34 in Kombination berechnet werden.

Zweite Ausführungsform

[0067] Bei dieser zweiten Ausführungsform wird die Kombination der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d entsprechend dem Abstand des Ziels oder der Zeitspanne, bis das Fahrzeug mit dem Ziel kollidiert, verändert. Die übrigen Vorrichtungen, Teile und so weiter sind die gleichen wie in der ersten Ausführungsform, so dass auf eine Erklärung hiervon verzichtet wird. Es sei angemerkt, dass die Zeitspanne, bis das Fahrzeug mit dem Ziel kollidiert (nachfolgend als TTC bezeichnet) anhand von (Abstand / Relativgeschwindigkeit) berechnet wird.

[0068] Insbesondere wird das Ziel unter Verwendung von Kombinationen der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d erfasst, deren Intervalle bzw. Abstände entsprechend einem kürzeren Abstandsbereich zum Ziel oder einem kürzeren TTC-Bereich größer werden. In dem in **Fig. 2** gezeigten Beispiel wird ein Ziel, das in einem Bereich mit kurzem Abstand oder einem Bereich mit kurzer TTC liegt, unter Verwendung von CH13 und CH24 erfasst, wohingegen ein Ziel, das in einem Bereich mit großem Abstand oder einem Bereich mit langer TTC liegt, unter Verwendung von CH12 und CH34 erfasst wird. Es kann somit gesagt werden, dass in dem Bereich des kurzen Abstandes Empfangsantennen, deren Abstände in vertikale Richtung und horizontale Richtung größer sind als im Bereich des langen Abstandes, miteinander kombiniert sind. Es sei angemerkt, dass die Kombination der Empfangsantennen für jede vorbestimmte Zeitspanne verändert werden kann.

[0069] Hierdurch ist es möglich, in einem Bereich, in dem eine große Befürchtung besteht, dass das Fahrzeug mit dem Ziel kollidiert, das Ziel mit einem hohen Grad an Genauigkeit zu erfassen ist, wodurch es möglich wird zu vermeiden, dass das Fahrzeug mit dem Ziel kollidiert. Darüber hinaus ist es möglich, selbst in Fällen, wo das Ziel eine Eisenplatte oder dergleichen ist, ein derartiges Ziel mit hoher Genauigkeit zu erfassen, so dass es möglich ist, die Ausgabe einer unnötigen Warnung oder dergleichen zu unterdrücken.

Dritte Ausführungsform

[0070] **Fig. 5** zeigt eine Darstellung, die eine Anordnung von Empfangsantennen gemäß der dritten Ausführungsform zeigt. Bei dieser Ausführungsform unterscheidet sich die Anordnung der Empfangsantennen im Vergleich zur ersten Ausführungsform. Darüber hinaus unterscheidet sich die Verarbeitung der ECU 10 zum Zeitpunkt der Bestimmung dreidimensionaler Koordination des Ziels. Die anderen Vorrichtungen, Teile und dergleichen sind die gleichen wie bei der ersten Ausführungsform, so dass auf deren Beschreibung verzichtet wird. Es sei angemerkt, dass bei dieser dritten Ausführungsform die erste Empfangsantenne 4a, die zweite Empfangsantenne 4b, die dritte Empfangsantenne 4c und die vierte Empfangsantenne 4d den Empfangsantennen der vorliegenden Erfindung entsprechen.

[0071] Hierbei sind die dritte Empfangsantenne 4c und die vierte Empfangsantenne 4d horizontal zur zweiten Empfangsantenne 4b angeordnet. Die zweite Empfangsantenne 4b, die dritte Empfangsantenne 4c und die vierte Empfangsantenne 4d sind darüber hinaus an Stellen angeordnet, die schräg über der ersten Empfangsantenne 4a liegen.

[0072] Wenn zwei der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d gewählt und miteinander kombiniert werden, werden Kombinationen, bei welchen die Anordnungsrichtung derselben schräg wird, durch durchgezogene Linien in **Fig. 5** dargestellt. Das bedeutet, es können drei Arten von Kombinationen, die eine Kombination der ersten Empfangsantenne 4a und der zweiten Empfangsantenne 4b (als CH12 bezeichnet), eine Kombination der ersten Empfangsantenne 4a und der dritten Empfangsantenne 4c (als CH13 bezeichnet), und eine Kombination der ersten Empfangsantenne 4a und der vierten Empfangsantenne 4d (als CH14 bezeichnet) enthalten, als Kombinationen berücksichtigt werden, die in schräge Richtungen angeordnet sind.

[0073] Darüber hinaus können als horizontale Kombinationen der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d auch andere drei Arten von Kombinationen berücksichtigt werden, welche eine Kombination der zweiten Empfangsantenne 4b und der dritten Empfangsantenne 4c (als CH23 bezeichnet), eine Kombination der dritten Empfangsantenne 4c und der vierten Empfangsantenne 4d (als CH34 bezeichnet) und eine Kombination der zweiten Empfangsantenne 4b und der vierten Empfangsantenne 4d (als CH24 bezeichnet) enthalten. Darüber hinaus kann in horizontale Richtung auch eine Kombination von drei Empfangsantennen, d.h. der zweiten Empfangsantenne 4b, der dritten Empfangsantenne 4c und der vierten Empfangsantenne 4d (als CH234 bezeichnet) berücksichtigt werden.

[0074] Zunächst wird ein Richtungswinkel (Azimut) β des Ziels bezüglich der horizontalen Richtung aus der zweiten Empfangsantenne 4b der dritten Empfangsantenne 4c und der vierten Empfangsantenne 4d berechnet. Das bedeutet, der Richtungswinkel β des Ziels bezüglich der horizontalen Richtung in Kombination mit der Bestimmung des Vorliegens oder Fehlens des Ziels wird durch Kombinieren der Richtungswinkel des Ziels berechnet, die basierend auf dem Monopulssystem unter Verwendung von CH23, CH34, CH24 oder CH234 erhalten wurden. Zu diesem Zeitpunkt kann statt dessen auch ein Amplituden-Monoimpulssystem verwendet werden. Darüber hinaus kann auch eine hoch auflösende Verarbeitung wie DBF oder MUSIC verwendet werden. Auf diese Weise ist es durch Erfassen des Richtungswinkels β des Ziels bezüglich der horizontalen Richtung unter Verwendung der drei Empfangsantennen 4b, 4c, 4d möglich, die Erfassungsgenauigkeit zu erhöhen.

[0075] Nachfolgend wird durch Darstellen des Winkels der Richtung der Anordnung von CH12 bezüglich der horizontalen Richtung durch R12 ein Richtungswinkel β' des Ziels bezüglich der Richtung der Anordnung von CH12 gemäß dem Monoimpulssystem berechnet. Dann wird ein Vertikalwinkel θ , der

einem Richtungswinkel in Vertikalrichtung des Ziels entspricht, entsprechend der folgenden Gleichung berechnet:

$$\theta = \tan^{-1} \left\{ (\tan\beta \cos R12 - \tan\beta') / \sin R12 \right\}$$

[0076] Danach können die dreidimensionalen Koordinaten des Ziels vom Vertikalwinkel θ , dem Abstand des Ziels und dem Richtungswinkel β des Ziels bezüglich der horizontalen Richtung erhalten werden. Dann, wenn die Höhe des Ziels geringer als ein Grenzwert ist, wird das Ziel nicht als Hindernis eingestuft. Daraus resultierend wird, wenn eine Eisenplatte oder dergleichen mit nahezu vernachlässigbarer Höhe auf der Fahrbahn liegt, diese nicht als Hindernis klassifiziert, so dass es möglich wird, die Ausgabe einer unnötigen Warnung zu vermeiden.

[0077] **Fig. 6** ist ein Flussdiagramm, das einen Ablauf der Erfassung eines Ziels oder ein Verfahren gemäß dieser Ausführungsform zeigt. Dieses Verfahren wird durch die ECU 10 wiederholt ausgeführt. Es sei angemerkt, dass jene Schritte, welche der Verarbeitung des Flussdiagramms aus **Fig. 4** entsprechen, die gleichen Bezugszeichen tragen und hier nicht erneut beschrieben werden.

[0078] In Schritt S201 berechnet die ECU 10 den Richtungswinkel β in horizontale Richtung des Ziel aus der zweiten Empfangsantenne 4b, der dritten Empfangsantenne 4c und der vierten Empfangsantenne 4d, beispielsweise entsprechend dem Phasen-Monoimpulssystem.

[0079] In Schritt S202 berechnet die ECU 10 den Richtungswinkel β' des Ziels bezüglich der Richtung der Anordnung von CH12 aus der ersten Empfangsantenne 4a und der zweiten Empfangsantenne 4b entsprechend dem Monoimpulssystem. Danach fährt das Verfahren mit dem Schritt S203 fort. In Schritt S203 berechnet die ECU 10 den Vertikalwinkel θ des Ziels und fährt anschließend mit Schritt S204 fort.

[0080] In Schritt S204 bestimmt die ECU 10 die dreidimensionalen Koordinaten des Ziels. In diesem Schritt werden die dreidimensionalen Koordinaten des Ziels aus dem Vertikalwinkel θ , dem Richtungswinkel β und dem Abstand des Ziels berechnet. Anschließend fährt das Verfahren mit Schritt S108 fort.

[0081] Auf ähnliche Weise wird der Vertikalwinkel θ des Ziels unter Verwendung des Richtungswinkels des Ziels bezüglich der Richtung der Anordnung von CH13 oder CH14 anstelle von CH12 berechnet. Durch Vergleichen des von CH12 erhaltenen Vertikalwinkels θ und des von CH13 oder CH14 erhaltenen ist es möglich, die Erfassungsgenauigkeit des Vertikalwinkels θ des Ziels zu verbessern. Es sei

angemerkt, dass bei dieser Ausführungsform die ECU 10, die die Verarbeitung der Schritte S201 bis S204 ausführt, dem Erfassungsmittel der vorliegenden Erfindung entspricht.

[0082] Wie vorstehend beschrieben, kann bei dieser Ausführungsform die Position eines Ziels in horizontaler Richtung mit einem hohen Grad an Genauigkeit mittels der Kombination einer Mehrzahl von Empfangsantennen, die in horizontale Richtung angeordnet sind, erfasst werden. Aus diesem Grund können, selbst wenn eine Mehrzahl von Objekten vor dem Fahrzeug existiert, diese genau erfasst werden. Darüber hinaus kann die Höhe des Ziels mit hoher Genauigkeit mittels der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d erfasst werden, die schräg angeordnet sind. Daraus resultierend wird, wenn eine Eisenplatte oder dergleichen mit nahezu keiner Höhe, über welche das Fahrzeug hinweg fahren kann, auf der Fahrbahnoberfläche liegt, diese nicht als Hindernis eingestuft, so dass die Ausgabe einer unnötigen Warnmeldung verhindert werden kann. Darüber hinaus kann die Größe der Vorrichtung verringert werden.

Vierte Ausführungsform

[0083] Bei dieser vierten Ausführungsform ist eine Mehrzahl von Fahrerunterstützungssystemen vorgesehen, und die Kombination der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d wird entsprechend für jedes Fahrerunterstützungssystem verändert. Die anderen Vorrichtungen, Teile und dergleichen sind gleich der ersten Ausführungsform, so dass diese nicht erneut beschrieben werden.

[0084] Als Fahrerunterstützungssystem kann beispielsweise ein System genannt werden, das eine Bremse betätigt oder eine Warnung ausgibt und darüber hinaus Vorbereitungen für eine Kollision trifft, wenn die Befürchtung besteht, dass ein Zielfahrzeug (das eigene Fahrzeug) mit einem Ziel kollidiert (ein Pre-Crash Safety-System, nachfolgend als PCS bezeichnet), ein System, das veranlasst, dass das Zielfahrzeug einem vorausfahrenden Fahrzeug folgt, während ein vorgegebener Abstand zwischen diesen eingehalten wird (ein Steuersystem zum Folgen eines vorausfahrenden Fahrzeugs, nachfolgend als ACC bezeichnet), sowie ein System, welches verhindert, dass das Fahrzeug seine Spur verlässt oder von dieser abweicht (ein Fahrspurassistentensystem, nachfolgend als LKA bezeichnet). Es ist nicht notwendig, dass alle Systeme vorgesehen sind. Darüber hinaus können auch andere Fahrerunterstützungssysteme vorgesehen sein.

[0085] Beispielsweise ist es beim PCS wünschenswert, eine unnötige Verarbeitung wie die Vermeidung einer Kollision oder dergleichen für ein Ziel, wie beispielsweise eine Eisenplatte oder dergleichen zu

vermeiden, über welche das Zielfahrzeug hinweg fahren kann. Aus diesem Grund wird die in der ersten Ausführungsform oder der zweiten Ausführungsform beschriebene Verarbeitung ausgeführt, um die Erfassungsgenauigkeit des Ziels auf kurze Distanz zu erhöhen.

[0086] Zudem wird bei dem ACC eine Kombination gewählt, welche den vorgegebenen Abstand zwischen dem Zielfahrzeug und einem anderen Fahrzeug mit hoher Genauigkeit erfassen kann. Darüber hinaus wird beim LKA beispielsweise durch Erfassung der auf der Fahrbahnoberfläche gezogenen Linien eine Lenksteuerung ausgeführt, so dass das Zielfahrzeug innerhalb seiner Spur gehalten werden kann, weshalb die Spur mit hoher Genauigkeit erfasst werden soll. Das bedeutet, eine Gelegenheit zur Erfassung eines Ziels in einem engen Winkelbereich unter Verwendung einer Kombination mit einem weiten Intervall ist erhöht.

[0087] Auf diese Weise unterscheiden sich der Abstand und der Richtungswinkel, die notwendig sind, um das Ziel zu erfassen, entsprechend der Art des Fahrerunterstützungssystems, so dass eine optimale Kombination von Empfangsantennen entsprechend für jede Art von Fahrerunterstützungssystemen verschieden ist. Durch Ändern der Kombination der Empfangsantennen entsprechend diesen Systemen kann eine optimale Kombination entsprechend einem jeden System gewählt werden. Als Ergebnis hiervon kann die Genauigkeit der Erfassung für jedes Fahrerunterstützungssystem verbessert werden.

[0088] Es sei angemerkt, dass in Fällen, wo jedes System ausgeführt wird, die Gelegenheit zur Erfassung des Ziels mittels einer optimalen Kombination der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d für das System erhöht wird, und das Ziel durch hilfsweise Verwendung anderer Kombinationen erfasst wird. Als Ergebnis hiervon kann die Erfassungsgenauigkeit für das Ziel verbessert werden. Die Frequenz bzw. Häufigkeit der Änderung der Kombinationen der Empfangsantennen und welche Kombinationen zu verwenden sind kann experimentell etc. bestimmt werden.

[0089] Darüber hinaus sind bei dieser Ausführungsform die Mehrzahl von Fahrerunterstützungssystemen vorgesehen, wobei nur eines dieser Systeme vorgesehen sein kann, und die optimale Kombination der Empfangsantennen für dieses System vorab eingestellt werden kann.

Fünfte Ausführungsform

[0090] Bei dieser fünften Ausführungsform wird die Kombination der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d entsprechend der umgebenden Umwelt oder dem Fahrzustand des Zielfahrzeugs (des eigenen Fahrzeugs) verändert. Die anderen Vorrichtungen, Teile

und dergleichen sind gleich jenen der ersten Ausführungsform, so dass auf eine Beschreibung hiervon verzichtet wird.

[0091] Wenn beispielsweise ein Fahrzeug an einer Kreuzung nach links oder rechts fährt, verändert sich die Bewegungsrichtung des Fahrzeugs deutlich. In Richtung der Bewegung zu diesem Zeitpunkt können andere Fahrzeuge und Personen existieren, so dass die Gelegenheit zur Erfassung von Zielen in einem größeren Winkelbereich erhöht wird. In diesem Fall wird die Verwendung von Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d mit geringeren Abständen oder Intervallen verwendet. Wenn beispielsweise das Zielfahrzeug (das eigene Fahrzeug) durch eine Kreuzung fährt, können die Kombinationen der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d mit niedrigeren Intervallen bzw. engeren Abständen verwendet werden.

[0092] Die umgebende Umwelt des Zielfahrzeugs (des eigenen Fahrzeugs) kann beispielsweise unter Verwendung eines Navigationssystems erfasst werden. Dieses Navigationssystem ist mit einer GPS-Vorrichtung vorgesehen, so dass die augenblickliche Position des Zielfahrzeugs mittels der GPS-Vorrichtung erfasst werden kann. Da Karteninformationen vorab im Navigationssystem hinterlegt wurden, kann die Umgebung des Zielfahrzeugs durch Prüfen der Augenblicksposition bzw. der augenblicklichen Position des Fahrzeugs unter Bezug auf die Karteninformation ermittelt werden.

[0093] Wenn zudem das Zielfahrzeug beispielsweise nach rechts oder nach links fährt oder seine Richtung ändert, oder eine Kurve durchfährt, können geeignete Kombinationen zum Erfassen eines größeren Winkelbereichs gewählt werden. Hierbei können der Rechtsschwenk oder Linksschwenk des Fahrzeugs beispielsweise erfasst werden, wenn der Fahrzeugführer einen Fahrtrichtungsanzeiger oder Blinker betätigt. Darüber hinaus kann die Bewegungsrichtung des Fahrzeugs auch anhand des Lenkwinkels erfasst werden.

[0094] Durch Ändern der Kombination der Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d entsprechend der Umgebung oder dem Fahrzustand des Zielfahrzeugs ist es auf diese Weise möglich, eine Kombination von Empfangsantennen 4a, 4b, 4c, 4d zu wählen, die der Umgebung oder dem Zustand zu diesem Zeitpunkt entsprechen. Durch Erfassen eines Ziels mit hilfsweiser Verwendung anderer Kombinationen von Empfangsantennen ist es selbst in diesem Fall möglich, die Genauigkeit der Erfassung des Ziels zu erhöhen.

Bezugszeichenliste

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1 | Hindernis-Erfassungsvorrichtung |
| 2 | Oszillator |

- | | |
|----|------------------------|
| 3 | Sendeantenne |
| 4 | Empfangsantennenteil |
| 4a | erste Empfangsantenne |
| 4b | zweite Empfangsantenne |
| 4c | dritte Empfangsantenne |
| 4d | vierte Empfangsantenne |
| 5 | Mischer |
| 6 | Filter |
| 7 | A/D-Wandler |
| 10 | ECU |
| 11 | Warnvorrichtung |

Patentansprüche

1. Hinderniserfassungsvorrichtung (1), aufweisend:

ein Empfangsantennenteil (4) mit einer Mehrzahl von Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d), die in horizontale Richtung angeordnet sind, wobei ein Teil derselben in eine vertikale Richtung von den anderen versetzt ist, und das eine Mehrzahl von Kombinationen von Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) hat, bei welchen die Anordnungsrichtung der Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) schräg ist und von welchen jede Kombination einen Richtungswinkel in horizontale Richtung und einen Richtungswinkel in vertikale Richtung eines Ziels erfasst;

sowie ein Erfassungsmittel (10), das das Ziel mehrfach erfasst während es die Kombination der Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) ändert,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Mehrzahl von Kombinationen von Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) Kombinationen umfasst, bei denen ein Anordnungsintervall der Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) voneinander verschieden ist, und

das Erfassungsmittel (10) die Kombination von Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) von den Kombinationen, bei denen das Anordnungsintervall der Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) voneinander verschieden ist, entsprechend der Entfernung des zu erfassenden Ziels oder entsprechend einer Zeitspanne, bis das zu erfassende Ziel damit kollidiert, ändert.

2. Hinderniserfassungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Erfassungsmittel (10) das Ziel unter Verwendung einer Kombination von Empfangsantennen (4a, 4b, 4c, 4d) erfasst, deren Anordnungsintervall entsprechend der kürzeren Distanz derselben zum Ziel größer ist.

3. Hinderniserfassungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die

Zeitspanne, bis das Ziel damit kollidiert, basierend auf der relativen Geschwindigkeit und dem Abstand des Ziels erhalten wird.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

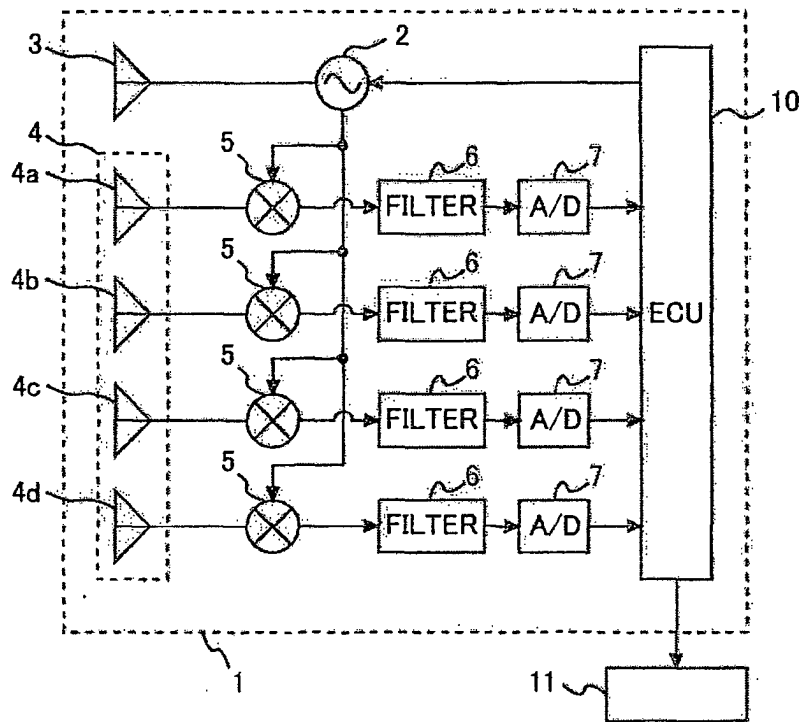


FIG. 2

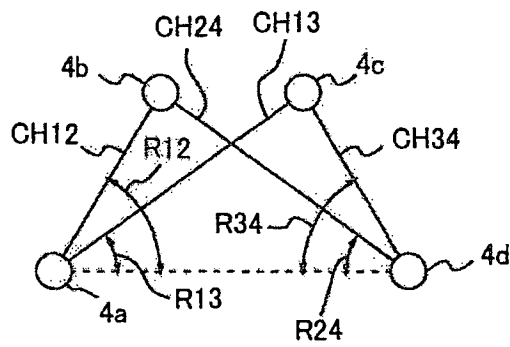


FIG. 3

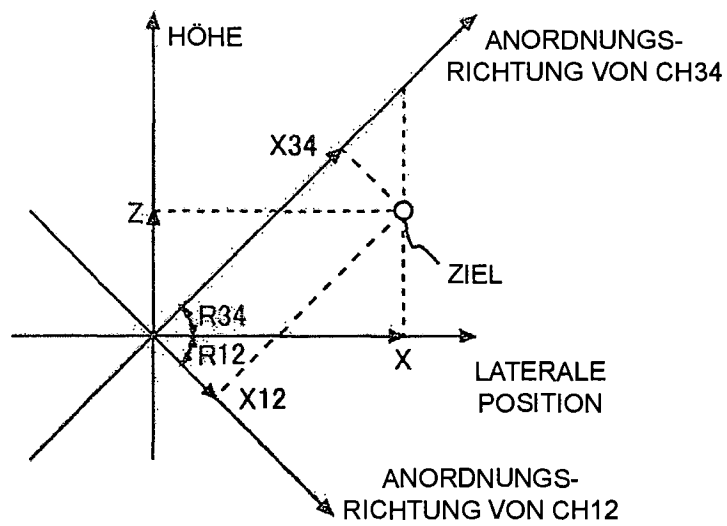


FIG. 4

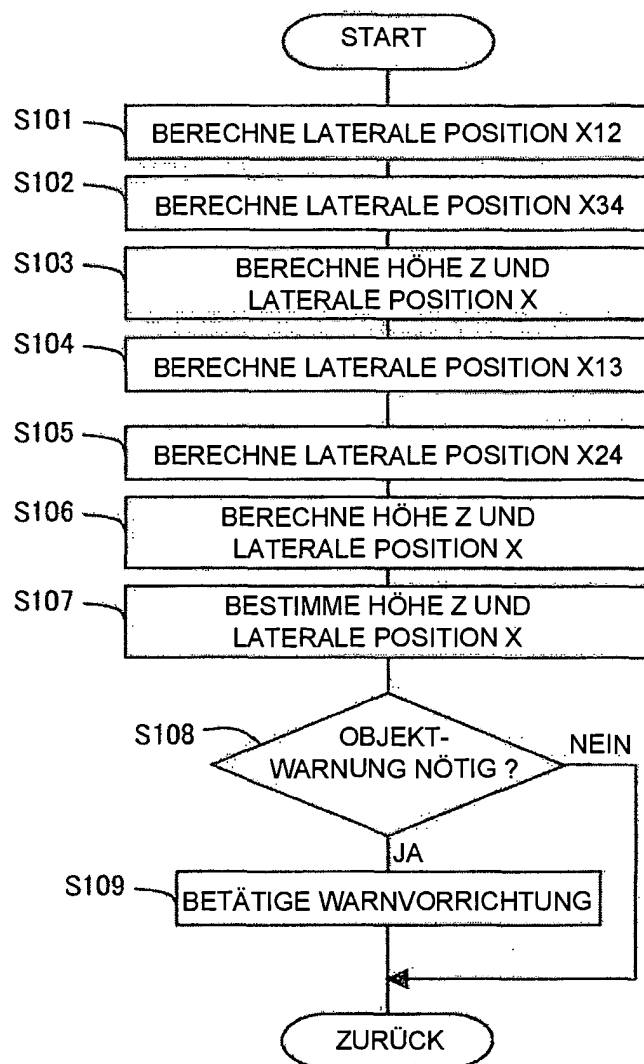


FIG. 5

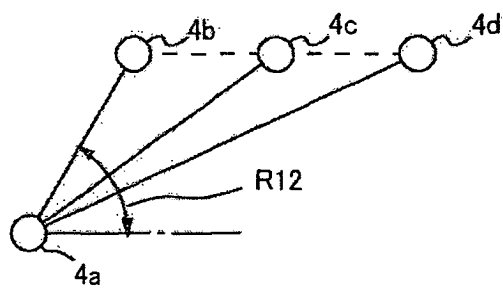


FIG. 6

